

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

B3

IN RE APPLICATION OF: Kimihiro MATSUSE, et al

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP98/04983

INTERNATIONAL FILING DATE: 05 NOVEMBER 1998

FOR: WIRING STRUCTURE AND ELECTRODE OF SEMICONDUCTOR DEVICE
AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**
AND THE INTERNATIONAL CONVENTIONAssistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

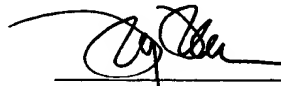
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
JAPAN	9/319059	05 November 1997
JAPAN	10/207198	07 July 1998

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. **PCT/JP98/04983**.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
William E. Beaumont
Registration No. 30,996Crystal Square Five
Fourth Floor
1755 Jefferson Davis Highway
Arlington, Virginia 22202
(703) 413-3000

09/530588

PCT/JP 98/04983

#300
05.11.98

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D	20 NOV 1998
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1997年11月 5日

出 願 番 号
Application Number:

平成 9年特許願第319059号

出 願 人
Applicant(s):

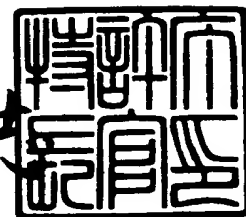
東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT

1998年 9月25日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3077935

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP972103

【提出日】 平成 9年11月 5日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】 H01L 21/31

【発明の名称】 バリアメタル及びその形成方法

【請求項の数】 12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式
 会社内

 【氏名】 松瀬 公裕

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1 東京エレ
 クトロン山梨株式会社内

 【氏名】 大槻 林

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

 【代表者】 東 哲郎

【代理人】

 【識別番号】 100090125

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

 【納付方法】 予納

 【予納台帳番号】 049906

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9105400

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バリアメタル及びその形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体集積装置のバリアメタルとして、 WN_x 或いは $WSiN_x$ を用いたことを特徴とするバリアメタル。

【請求項2】 前記バリアメタルは、前記半導体集積装置のビアホール或いはコンタクトホールに用いられることを特徴とする請求項1記載のバリアメタル。

【請求項3】 前記バリアメタルは、少なくとも一面が配線用銅膜と接していることを特徴とする請求項1または2記載のバリアメタル。

【請求項4】 前記バリアメタルは、前記半導体集積装置のゲート電極におけるポリシリコン層とタンゲステン層との界面に介在されることを特徴とする請求項1または2記載のバリアメタル。

【請求項5】 バリアメタルを形成する方法において、 WN_x 層或いは $WSiN_x$ 層を1つの工程で形成するようにしたことを特徴とするバリアメタルの形成方法。

【請求項6】 前記工程では、MMH（モノメチルヒドラジン）ガス、 N_2 ガス、 NH_3 ガスの内、いずれか1つを用いることを特徴とする請求項1記載のバリアメタルの形成方法。

【請求項7】 バリアメタルを形成する方法において、W層或いはWSi層を形成する成膜工程と、前記層を窒化して WN_x 層或いは $WSiN_x$ 層を形成する窒化工程とを有することを特徴とするバリアメタルの形成方法。

【請求項8】 前記窒化工程は、MMHガス、 N_2 ガス、 NH_3 ガスの内、いずれか1つを用いることを特徴とする請求項7記載のバリアメタルの形成方法。

【請求項9】 前記窒化工程においてMMHガス或いは NH_3 ガスを用いる場合には、プラズマレスの窒化処理を行なうことを特徴とする請求項8記載のバリアメタルの形成方法。

【請求項10】 前記窒化工程において N_2 ガスを用いる場合には、プラズマ窒化処理を行なうことを特徴とする請求項8記載のバリアメタルの形成方法。

【請求項 1 1】 前記成膜工程と窒化工程は、同一の処理装置内で行なわれることを特徴とする請求項 7 乃至 1 0 記載のバリアメタルの形成方法。

【請求項 1 2】 前記成膜工程と窒化工程との間には、成膜時に用いた成膜ガスを不活性ガスにより排気するパージ工程が行なわれることを特徴とする請求項 1 1 記載のバリアメタルの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路などにおけるコンタクトに用いられるバリアメタル及びその形成方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、半導体集積回路などの半導体集積装置を形成するには、半導体ウエハ上に成膜、酸化拡散、エッチング等を繰り返し施して多数のトランジスタ、キャパシタ、抵抗器等を形成してこれらを配線パターンで接続する。また、集積回路の高性能化、多機能化の要請により、線幅等の一層の高微細化及び高集積化が求められており、更に、回路自体を絶縁層を介して積み上げて階層構造とする多層化も行なわれるようになった。

このような状況下において、配線断面積や接続部の断面積の減少により抵抗が上昇する傾向があるので、配線材料としては現在一般的に用いられているアルミニウムから、成膜がアルミニウム程容易ではないが、エレクトロマイグレーションに対する耐性も高く、しかも抵抗率も比較的小さいことから銅が用いられる傾向にある。

【0 0 0 3】

また、トランジスタ素子に用いるゲート電極としては、一般的にはドーパドポリシリコン層を単独で用いたり、このドーパドポリシリコン層にモリブデンシリサイド層やタングステンシリサイド層を積層した 2 層構造のものを用いたりしているが、より抵抗率を小さくするために、2 層構造のゲート電極において上層のシリサイド層を単独の金属層、例えばタングステン層で置き換えることなどが検

討されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、銅やタングステンは、金属単独では非常に活性で他の元素と反応し易く、例えば金属銅は非常に酸化し易いので、これが比較的多くの酸素成分を含むSOG (Spin On Glass) の SiO_2 層間絶縁膜等と接すると金属銅中に SiO_2 層間絶縁膜中の酸素成分が拡散して金属銅と酸化してしまい、この抵抗値が大きくなるのみならず、剥離も発生するといった問題があった。

また、2層構造のゲート電極の一層に金属タングステン膜を用いた場合には、下層のドーパドポリシリコン層中からシリコン原子が、後の熱工程において上層の金属タングステン膜中に拡散してこれと反応し、抵抗値が大きなタングステンシリサイドになってしまうという問題があった。

【0005】

そこで、これらの金属銅や金属タングステンの反応を防止するために、従来より用いられていたTiN (チタンナイトライド) 等のバリアメタルを用いることも考えられるが、このTiN層は金属銅膜や金属タングステン膜との相性、例えば密着性が十分ではなく、好ましいバリアメタルではない。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、金属銅膜や金属タングステン膜に対して有効なバリアメタル及びその形成方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記問題点を解決するために、半導体集積装置のバリアメタルとして、 WN_x 或いは WSiN_x を用いるようにしたものである。

このバリアメタルは、半導体集積装置のビアホールやコンタクトホールに用いられ、例えば一面が配線用銅膜と接している。また、このバリアメタルは、半導体集積装置のゲート電極におけるポリシリコン層とタングステン層との界面に介在される。

【0007】

これにより、例えば配線用銅膜中に、これに隣接する層中から酸素原子等が拡散して侵入することを防止でき、銅膜が酸化されることを阻止することができる。また、バリアメタルと配線用銅膜との密着性も高く維持することができる。

また、バリアメタルをゲート電極に適用した場合には、ポリシリコン層中のシリコン原子がタングステン層中に拡散して侵入することを防止することができ、また、両層との密着性も高く維持することができる。

このようなバリアメタルは、1つの工程で形成することもでき、W層或いはWSi層の成膜工程とこの層の窒化工程とよりなる2工程で形成することもできる。

【0008】

1つの工程で形成するには、W層或いはWSi層の成膜ガスとMMH（モノメチルヒドラジン）ガス、 N_2 ガス、 NH_3 ガスの内、いずれか1つのガスを同時に供給し、 WN_x 層或いは $WSiN_x$ 層を形成する。

2工程で形成するには、まず成膜工程でW層或いはWSi層を形成し、次に、窒化工程で上記W層或いはWSi層を窒化して WN_x 層或いは $WSiN_x$ 層を形成する。この窒化工程では、MMHガス、 N_2 ガス、 NH_3 ガスの内、いずれか1つのガスを用いる。

窒化処理に、MMHガス或いは NH_3 ガスを用いる場合にはプラズマレスの熱処理で窒化処理を行ない、また、 N_2 ガスを用いる場合にはプラズマを用いた窒化処理を行なう。

上述のように2工程でバリアメタルの形成を行なう場合には、成膜工程と窒化工程とを同一の処理装置内で行なうのがよく、また、この場合には、両工程の間に、装置内に残留する成膜ガスを不活性ガスにより排気するパージ工程を組み入れるのが副生成物抑制の見地から好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係るバリアメタル及びその形成方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1はCuデュアルダマシン配線に適用したバリアメタルを示す拡大断面図、

図2はコンタクトホールに適用したバリアメタルを示す拡大断面図、図3はゲート電極に適用したバリアメタルを示す拡大断面図である。

図1に示すようなCuデュアルダマシン配線を形成するデュアルダマシンプロセスは、半導体集積装置すなわち半導体集積回路において、デバイスの高性能化及び多機能化を実現する上で、配線の多層化が必要となり、この時、上層と下層の配線を接続する際に、配線とビアプラグを同時に形成して工程数の削減、配線の低コスト化及び低アスペクト比化を実現するプロセスである。

【0010】

図1において、2は例えば半導体ウエハ等の基板であり、4はこの基板2の表面に形成された下層の配線であり、この周囲は例えばSiO₂絶縁膜6により絶縁されている。下層の配線4は、例えば金属銅の薄膜で形成される。8は例えばSOG(Spin On Glass)により形成されたSiO₂よりなる層間絶縁膜であり、上記SiO₂絶縁膜6と下層の配線4上を覆うように形成される。この層間絶縁膜8は、上述のようにSOGにより塗布形成されるので、比較的多くの酸素分子が含まれている。

【0011】

10は上記下層の配線4の一部を露出させるようにして上記層間絶縁膜8に形成されたビアホールであり、12は上記層間絶縁膜8の表面に形成される配線溝である。14は本発明に係るWNx(タングステンナイトライド)或いはWSiNx(タングステンシリサイドナイトライド)よりなる薄いバリアメタルであり、上記ビアホール10の内壁面及び上記配線溝12の内壁面に形成される。16は例えば金属銅よりなる上層の配線であり、この配線の形成時に上記ビアホール10内も埋め込んでビアホールプラグ16Aも同時に形成される。

この場合、配線16の幅L1は、1μm以下、例えば0.2μm程度であり、また、バリアメタル14の厚さL2は、0.05~0.02μm程度である。

【0012】

このようにデュアルダマシンプロセスにおいて、銅薄膜よりなる上層の配線16及び金属銅のビアホールプラグ16AとSOGにより形成された層間絶縁膜8との間に、WNx或いはWSiNxよりなる薄いバリアメタル14を介在させた

ので、このバリアメタル14により層間絶縁膜8中の酸素分子が金属銅よりなるビアプラグ16Aや上層の配線16中へ拡散して侵入することができず、従って、金属銅が酸化されるのを阻止することができる。このため、ビアホールプラグ16Aや上層の配線16を低い抵抗値のままで維持でき、また、この密着性が劣化することもないので、金属銅が剥がれることも防止することができる。

【0013】

図2は本発明のバリアメタルをコンタクトホールに適用した時の図を示しており、図中、18は基板2に形成されたトランジスタのソース或いはドレインであり、ここではソースとして話を進める。20はソース18を含むトランジスタ全体を被って絶縁するための層間絶縁膜であり、この絶縁膜20は、図1にて説明したと同様に、SOGにより形成された SiO_2 膜よりなる。22は、上記ソース18の表面を露出させるようにして形成されたコンタクトホールであり、この内壁面と層間絶縁膜20の上面には、本発明に係る WNx 或いは WSiNx よりなる薄いバリアメタル14が形成されている。そして、このコンタクトホール22内は金属銅よりなるコンタクトホールプラグ24Aにより埋め込まれ、同時にこの上部に金属銅が積層形成されてパターンエッチングにより配線24が形成される。尚、図示例では、層間絶縁膜20上のバリアメタル14もパターンエッチングされた状態を示している。

【0014】

この場合にも、 SiO_2 よりなる層間絶縁膜20と金属銅よりなるコンタクトホールプラグ24A及び配線24との間に、 WNx 或いは WSiNx よりなる薄いバリアメタル14を介在させるようにしたので、層間絶縁膜20中の酸素分子がコンタクトホールプラグ24Aや配線24中に拡散して侵入することを阻止することができる。従って、これらを構成する金属銅の酸化を防ぎ、低い抵抗値に維持できるのみならず、密着性が劣化することも防止してこれが剥がれることも阻止することができる。

【0015】

図3は本発明のバリアメタルをゲート電極に適用した時の図を示しており、図中、18及び19は、それぞれ基板2の表面に形成されたトランジスタ素子のソ

ース及びドレインであり、これらの間に薄いゲート酸化膜26が形成されている。そして、このゲート酸化膜26上にゲート電極28が形成されるが、このゲート電極26は、下層より例えばリンドープのポリシリコン層30、本発明のWNx或いはWSiNxよりなる薄いバリアメタル14及び金属タングステン層32を順次積層した3層構造になっている。

この場合にも、ポリシリコン層30と金属タングステン層32との間に、本発明のバリアメタル14を介在させるようにしたので、このバリアメタル14によりポリシリコン層30中のシリコン原子が金属タングステン層32に拡散して侵入することを阻止でき、従って、金属タングステン層32がシリサイド化されることを防止することができる。このため、金属タングステン層32の抵抗値が低下することを防止することができるのみならず、この金属タングステン層32が剥離することも防止することができる。

【0016】

次に、上述したような本発明のバリアメタル14の形成方法について説明する。

図4はバリアメタルを形成するための熱処理装置を示す概略構成図であり、まず、この熱処理装置を説明する。図示するように、この熱処理装置は、例えばアルミニウム製の円筒体状の処理容器34を有しており、この容器34内には、基板2を載置する載置台36が設けられる。載置台36内には、基板2を所定のプロセス温度に加熱するための加熱ヒータ38が設けられている。尚、加熱ヒータ38に替えて、処理容器の下方に加熱ランプを設けて、基板2をランプ加熱するようにしてもよい。

【0017】

この処理容器34及び載置台36はそれぞれアースされており、載置台36は、高周波を使用する時に下部電極を兼用するようになっている。処理容器34の底部には、排気口40が設けられ、この排気口40には、真空ポンプ42を介設した真空排気系が接続される。処理容器34の側壁には、ゲートバルブ41を介してロードロック室44が連結されており、処理容器34内との間で基板2の受け渡しを行なうようになっている。

【0018】

また、この処理容器34の天井部には、絶縁材46を介して多数のガス噴射孔50を有するシャワーヘッド部48が設けられている。このシャワーヘッド部48には、スイッチ52及びマッチング回路54を介して例えば13.56MHzの高周波電源56が接続されており、必要に応じてシャワーヘッド部48に、高周波電力を印加してこれを上部電極と兼用させ、プラズマ処理を行なうことができるようになっている。プラズマ印加の手法は、これに限定されず、下部電極に高周波電力を印加するようにしてもよいし、また、上下の電極に高周波電力を印加するようにしてもよい。

そして、このシャワーヘッド部48には、複数のガス源が、それぞれ開閉弁58及びマスフローコントローラ60を介して連結されている。ガス源としては、 WF_6 源62、MMH源64、 SiH_4 源66、 NH_3 源68、 N_2 源70、Ar源72、 H_2 源74がそれぞれ必要に応じて設けられ、選択的に使用される。また、 SiH_4 ガスに替えて、ジシラン(Si_2H_6)、ジクロルシランを用いてもよい。

【0019】

次に、上記した装置を用いて行なわれる本発明のバリアメタルの形成方法を具体的に説明する。

まず、このバリアメタルの形成方法には、1つの工程で一気にバリアメタルを形成する方法等がある。以下、その方法について順に説明する。ここでは、前述したCuデュアルダマシンプロセスによりデュアルダマシン配線(図1参照)を行なう場合を例にとって説明する。尚、本発明のバリアメタルをコンタクトホールやゲート電極に適用する場合にも、バリアメタル形成の前後の工程は異なるが、バリアメタルの形成方法は全て同じである。

【0020】

(1) 1工程による $WSiNx$ の形成(プラズマレス)。

まず、1工程で $WSiNx$ バリアメタルを形成する方法について説明する。まず、図4に示す処理装置とは別の装置で、図5(A)に示すように基板2の SiO_2 絶縁層6と下層の配線4を覆ってSOGにより SiO_2 層間絶縁膜8を全面

に形成する。そして、この層間絶縁膜 8 に配線パターンに沿って配線溝 12 をエッチング等により形成し（図 5（B））、更に、この配線溝 12 内の所定の位置に、ビアホール 10 をエッチング等により形成して下層の配線 4 を露出させる（図 5（C））。

ここまで基板 2 に対して処理を施したならば、この基板 2 を図 4 に示した処理装置内へ搬入してバリアメタルの形成に移る。

【0021】

基板 2 を処理容器 34 の載置台 36 上に載置したならば、容器 34 内を密閉し、基板 2 を所定のプロセス圧力に維持すると共にシャワーヘッド部 48 から所定の処理ガスを導入し、これと共に処理容器 34 内を真空引きして所定のプロセス圧力に維持してバリアメタルの形成プロセスを行なう。処理ガスとしては、 WF_6 ガス、 SiH_4 ガス及び MMH ガスをそれぞれ供給し、プラズマを用いない熱 CVD (Chemical Vapor Deposition) により、一気に $WSiN_x$ 膜よりなるバリアメタル 14 を所定の厚みだけ成膜する（図 5（D））。

ここでは基板 2 として、8 インチウエハを用いており、この時の各処理ガスの流量は、 WF_6 ガスが、2～20 sccm 程度、 SiH_4 ガスが、10～300 sccm 程度、MMH ガスが、1～10 sccm 程度である。プロセス温度は 300～450℃ 程度、プロセス圧力は 0.4～80 Torr 程度である。シランに替えてジクロルシランを用いる場合には、他のガスの流量、プロセス圧力は同じで、プロセス温度が 550℃～650℃ 程度である。尚、これらの数値は、後述する数値も含めて単に一例を示したに過ぎず、適宜最適条件を求めて変更するのは勿論である。

【0022】

このような方法により、1 工程でバリアメタル 14 を形成することができ、工程数の削減が可能となる。

このようにして、バリアメタル 14 の形成が完了したならば、例えばこの基板 2 を処理装置から搬出し、CVD 等により配線メタルとして金属銅を表面に堆積させてビアホール 10 と配線溝 12 内を同時に埋め込み、これにより、ビアホー

ル10は、ビアホールプラグ16Aにより埋め込まれ、配線溝12には上層の配線16が形成される(図5(E))。尚、この金属銅のCVD処理は、バリアメタルを形成した処理装置と同一処理装置内で行なうようにしてもよい。

【0023】

次に、金属銅が堆積された基板を処理装置から取り出し、これにCMP (Chemical Mechanical Polishing) 処理等を施すことにより、上面の不要な金属銅を研磨除去し、上層の配線パターンを形成する(図5(F))。これにより、Cuデュアルダマシン配線を完了することになる。

この実施例では、バリアメタル14に窒素原子を混入させるガスとしてMMHガスを用いたが、これに替えて、 NH_3 ガス或いは N_2 ガスを用いてもよいし、必要に応じてキャリアガスとして不活性ガス、例えばArガスを用いてもよい。また、 SiH_4 ガスに替えて、ジクロルシラン、ジシラン等を用いてもよいのは勿論である。

【0024】

(2) 1工程による WN_x の形成(プラズマレス)。

次に、1工程で WN_x バリアメタルを形成する方法について説明する。図5(D)に示す工程以外は全て上述した操作と同じであるので、図5(D)に示す工程を行なう場合のみを説明する。ここでは、処理ガスとしては WF_6 ガスとMMHガスを供給し、プラズマを用いない熱CVDにより、一気に WN_x 膜よりなるバリアメタル14を所定の厚みだけ成膜する。

この時の処理ガスの流量は、 WF_6 ガスが、5~80 sccm程度、MMHガスが、1~20 sccm程度である。プロセス温度は300~450℃程度、プロセス圧力は、0.5~80 Torr程度である。

この場合には、使用する処理ガスの種類が2種類で済み、ガス供給系の構成を非常に簡単化できる。また、この場合にも、MMHガスに替えて、 NH_3 ガス或いは N_2 ガスを用いてもよいのは勿論である。

【0025】

(3) 2工程による WSiN_x の形成。

次に、2工程で WSiN_x バリアメタルを形成する方法について説明する。こ

ここでは、図5(C)に示す工程を経た後、図4に示す処理装置内で、まずWSi層の成膜工程を行なう。この時の処理ガスとしてはWF₆ガスとSiH₄ガスを用い、これらをキャリアガス、例えばArガスを用いて、或いは用いないで供給し、プラズマレスの熱CVDによりWSi膜を堆積させる。この時の処理ガスの流量は、WF₆ガスが、2～80sccm程度、SiH₄ガスが5～40sccm程度である。プロセス温度は300～450℃程度、プロセス圧力は0.5～80Torr程度である。尚、SiH₄に替えてジクロルシラン、ジシラン等を用いてもよいのは勿論である。

【0026】

このようにしてWSi膜の形成が完了したならば、WF₆ガスとMMHガスの供給を断ち、次に、MMHガスを供給して上記WSi膜を窒化処理してWSiN_xのバリアメタル14を形成する。この時のMMHガスの流量は、1～20sccm程度、プロセス温度は、300～450℃程度、プロセス圧力は、0.5～10Torr程度である。これにより、バリアメタル14の形成が完了することになる。このようにMMHガスを用いて窒化処理をするのは、上述のようにプロセス温度が低いので、反応副生成物が比較的発生し難くなり、パーティクル対策上、非常に有利である。

【0027】

ここでMMHガスに替えて、NH₃ガスやN₂ガスを用いてもよい。また、成膜工程と窒化工程との間に、処理容器34内にN₂ガスをパージして成膜で用いたWF₆ガスを完全に排除するのがよい。特に、窒化工程においてMMHガスに替えてNH₃ガスを用いる場合には、WF₆ガスが処理容器内に残留すると、アンモニアとフッ化ガスにより除去が困難な副反応生成物が形成されるので、窒化処理に入る前に、完全にWF₆ガスを排除するのが好ましい。NH₃ガスを用いる場合には、プロセス温度は300～450℃程度である。

【0028】

また、MMHガスに替えてN₂ガスを用いる場合には、スイッチ52を投入して高周波電力を上部電極（シャワーヘッド部）48と下部電極（載置台）36との間に印加し、内部にプラズマを立ててプラズマ窒化処理を行なう。この時のN

2 ガスの供給量は、50～300 s c c m程度であり、プロセス温度は300～450℃程度であり、プロセス圧力は0.1～5 T o r r程度である。

このように、2つの工程を同一処理装置内で行なえば、ウエハ搬送に要する時間を節約できるのでスループットを向上できるが、上記成膜工程と窒化工程を別々の処理装置で実行してもよいのは勿論である。

【0029】

(4) 2工程によるWNxの形成。

次に、2工程でWNxバリアメタルを形成する方法について説明する。ここでは図5(C)に示す工程を経た後、図4に示す装置内で、まず、W層の成膜工程を行なう。この時の処理ガスとしてはWF₆ガスとH₂ガスを用い、プラズマレシスの熱CVDによりW膜を堆積させる。この時の処理ガスの流量は、WF₆ガスが、5～100 s c c m程度、H₂ガスが100～1000 s c c m程度である。プロセス温度は、300～450℃程度、プロセス圧力は1～80 T o r r程度である。

このようにして、W膜の形成が完了したならば、WF₆ガスとH₂ガスの供給を断ち、次に、MMHガスを供給して上記W膜を窒化处理してWNxのバリアメタル14を形成する。この時のMMHガスの流量は、1～10 s c c m程度、プロセス温度は、300～450℃程度、プロセス圧力は、0.1～5 T o r r程度である。これにより、バリアメタル14の形成が完了することになる。このように、MMHガスを用いて窒化处理をするのは、上述のようにプロセス温度が低くて済むので、反応副生成物が比較的発生し難くなり、パーティクル対策上有利となる。

【0030】

ここでも、先の(3)で説明したようにMMHガスに替えて、NH₃ガスやN₂ガスを用いてもよい。また、成膜工程と窒化工程との間に、処理容器34内にN₂ガスをパージして成膜で用いたWF₆ガスを完全に排除するのがよい。特に、窒化工程においてMMHガスに替えてNH₃ガスを用いる場合には、WF₆ガスが処理容器内に残留すると、アンモニアとフッ化ガスにより除去が困難な副反応生成物が形成されるので、窒化处理に入る前に、完全にWF₆ガスを排除する

のが好ましい。 NH_3 ガスを用いる場合には、プロセス温度は $300\sim 450^\circ\text{C}$ 程度である。

【0031】

また、MMHガスに替えて N_2 ガスを用いる場合には、スイッチ52を投入して高周波電力を上部電極（シャワーヘッド部）48と下部電極（載置台）36との間に印加し、内部にプラズマを立ててプラズマ窒化処理を行なう。この時の N_2 ガスの供給量は、 $50\sim 300\text{ sccm}$ 程度であり、プロセス温度は $300\sim 450^\circ\text{C}$ 程度であり、プロセス圧力は $0.1\sim 5\text{ Torr}$ 程度である。

このように、2つの工程を同一処理装置内で行なえば、ウエハ搬送に要する時間を節約できるのでスループットを向上できるが、上記成膜工程と窒化工程を別々の処理装置で実行してもよいのは勿論である。

以上のようにして各方法で形成したバリアメタル14は、特性検査の結果、酸素原子或いはシリコン原子に対するバリア性が十分に高いことを確認することができた。

尚、上記実施例では、基板として半導体ウエハを用いた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用することができるのは勿論である。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のバリアメタル及びその形成方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

バリアメタルとして WNx 或いは WSiNx を用いることにより、例えば配線用銅膜の酸化を防止することができる。

また、このバリアメタルをゲート電極に用いることにより、タングステン層がシリコン元素と反応することを防止することができる。

バリアメタルを形成する際に、1つの工程で行なうことにより、工程数を削減することができる。

また、バリアメタルを形成する際に、MMHガスを用いる場合には、プロセス温度が低くて済むので、反応副生成物が発生し難くなり、パーティクル対策上有

利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

Cuデュアルダマシン配線に適用したバリアメタルを示す拡大断面図である。

【図2】

コンタクトホールに適用したバリアメタルを示す拡大断面図である。

【図3】

ゲート電極に適用したバリアメタルを示す拡大断面図である。

【図4】

バリアメタルを形成するための熱処理装置を示す概略構成図である。

【図5】

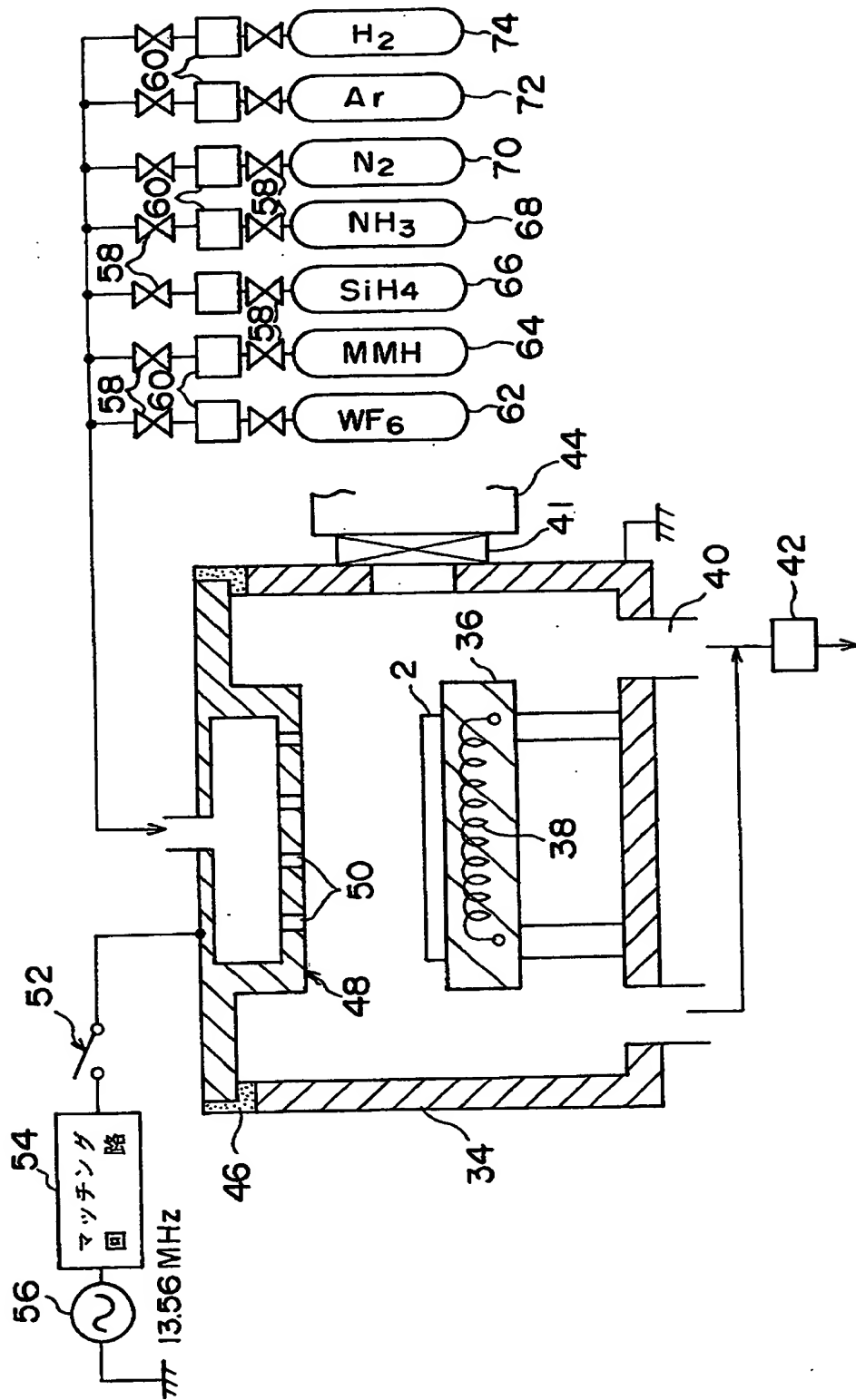
Cuデュアルダマシンプロセスを説明するための図である。

【符号の説明】

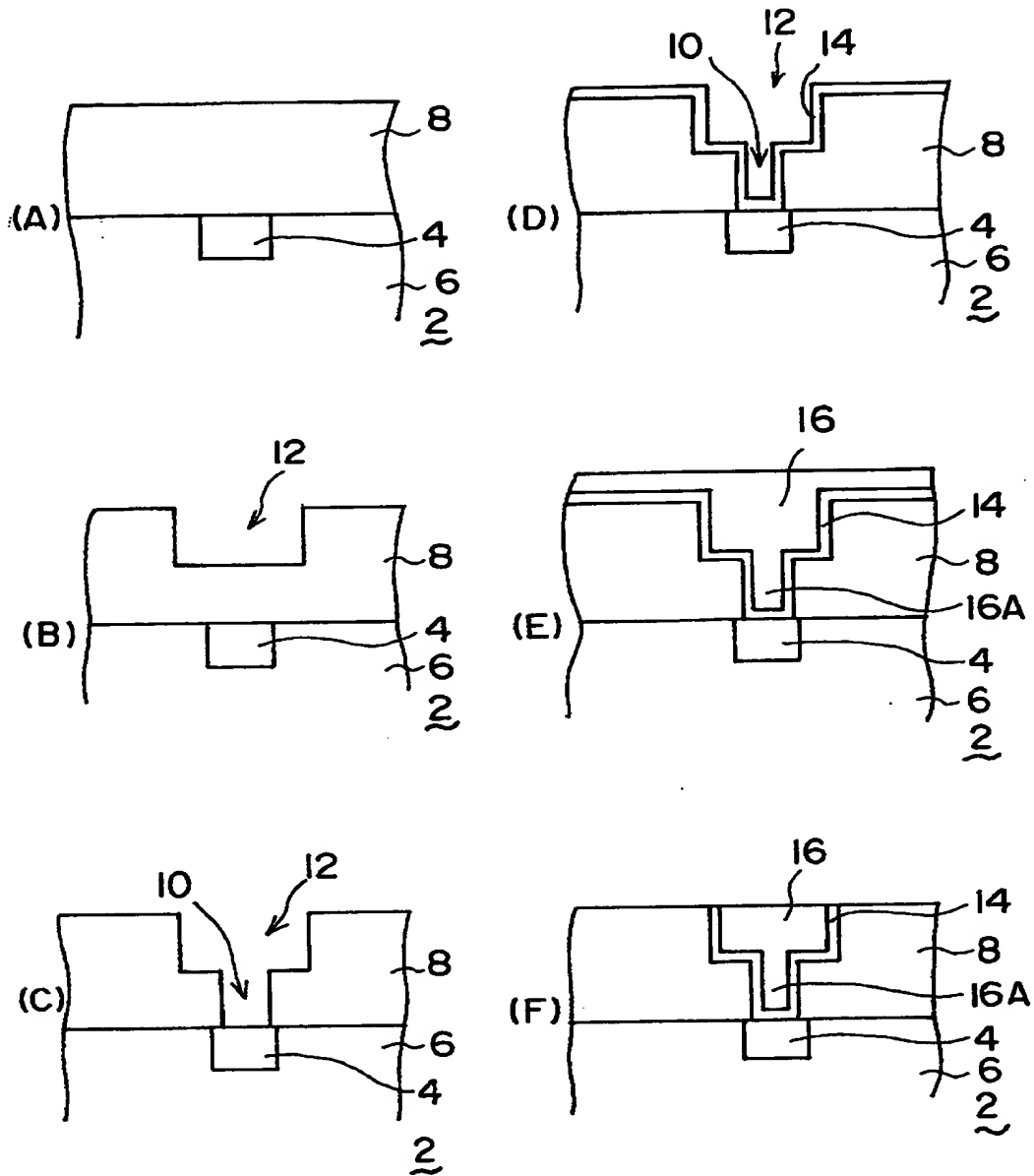
- 2 基板
- 4 下層の配線
- 6 SiO₂ 絶縁膜
- 8 層間絶縁膜
- 10 ビアホール
- 12 配線溝
- 14 バリアメタル
- 16 上層の配線（配線用銅膜）
- 16A ビアホールプラグ
- 18 ソース
- 19 ドレイン
- 20 層間絶縁膜
- 22 コンタクトホール
- 24 配線（配線用銅膜）
- 24A コンタクトホールプラグ
- 26 ゲート酸化膜

- 28 ゲート電極
- 30 ポリシリコン層
- 32 タングステン層

【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 金属銅膜や金属タングステン膜に対して有効なバリアメタルを提供する。

【解決手段】 半導体集積装置のバリアメタル14として、WN_x或いはWSiN_xを用いる。これにより、金属銅膜や金属タングステン膜に対して有効にバリア機能を発揮させる。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000219967
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目3番6号
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100090125
【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区長者町5-75-1-1120
浅井特許事務所
【氏名又は名称】 浅井 章弘

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社